

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année Scolaire 1938-1939 — N° 47

(Travail du Laboratoire de Chimie et Pharmacie
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon. Professeur A. TAPERNOUX)

**Contribution à l'Etude
de la
Constante Moléculaire Simplifiée
des Laits de Mammites**

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

et soutenue publiquement le 22 Avril 1939

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

PAR

Pierre DOMENGE-HÉRITIER

Né le 19 Mai 1914, à DOUSSART (Haute-Savoie)



LYON

BOSC Frères M. & L. RIOU

IMPRIMEURS-ÉDITEURS

42, Quai Gailleton, 42

1939

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE LA CONSTANTE MOLECULAIRE SIMPLIFIÉE
DES LAITS DE MAMMITES

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année Scolaire 1938-1939 — N° 47

(Travail du Laboratoire de Chimie et Pharmacie
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon. Professeur A. TAPERNOUX)

**Contribution à l'Etude
de la
Constante Moléculaire Simplifiée
des Laits de Mammites**

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

et soutenue publiquement le 22 Avril 1939

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

PAR

Pierre DOMENGE-HÉRITIER

Né le 19 Mai 1914, à DOUSSART (Haute-Savoie)



LYON

BOSC Frères M. & L. RIOU

IMPRIMEURS-ÉDITEURS

42, Quai Gailleton, 42

—
1939

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'ÉCOLE VÉTÉRINAIRE DE LYON

Directeur	M. JUNG.
Directeurs honoraires..	M. F.-X. LESBRE.
	M. V. BAILL.
Professeurs honoraires.	M. A. FAURE, ancien Directeur.
	M. CADEAC.
	M. BASSET.

PROFESSEURS

Physique, Chimie et Toxicologie, Pharmacie.....	MM. TAPERNOUX
Anatomie descriptive des animaux domestiques, Tératologie	TAGAND.
Physiologie, Thérapeutique générale, Matière médi- cale	JUNG.
Histologie et Embryologie, Anatomie pathologique, Inspection des viandes.....	×
Parasitologie et maladies parasitaires, Zoologie ap- pliquée, Botanique, Clinique des maladies pa- rasitaires	MAROTEL
Pathologie médicale des Equidés et des Carnassiers, Séméiologie et Propédeutique, Jurisprudence vétérinaire, Médecine légale, Clinique médicale.	BRION.
Pathologie chirurgicale, Séméiologie, Médecine opé- ratoire et ferrure, Clinique chirurgicale.....	DOUVILLE.
Pathologie bovine, ovine, porcine, caprine, Maladies des oiseaux de basse-cour, Séméiologie, Méde- cine opératoire, Obstétrique, Cliniques spéciales	CUNY.
Maladies microbiennes, Police sanitaire, Microbio- logie et Pathologie générale, Clinique spéciale..	COLLET Chargé de Cours.
Zootecnie et appréciation des animaux domesti- ques, Aliments du bétail, Agronomie et Hygiè- ne des animaux, Economie rurale.....	JEAN-BLAIN

CHEFS DE TRAVAUX

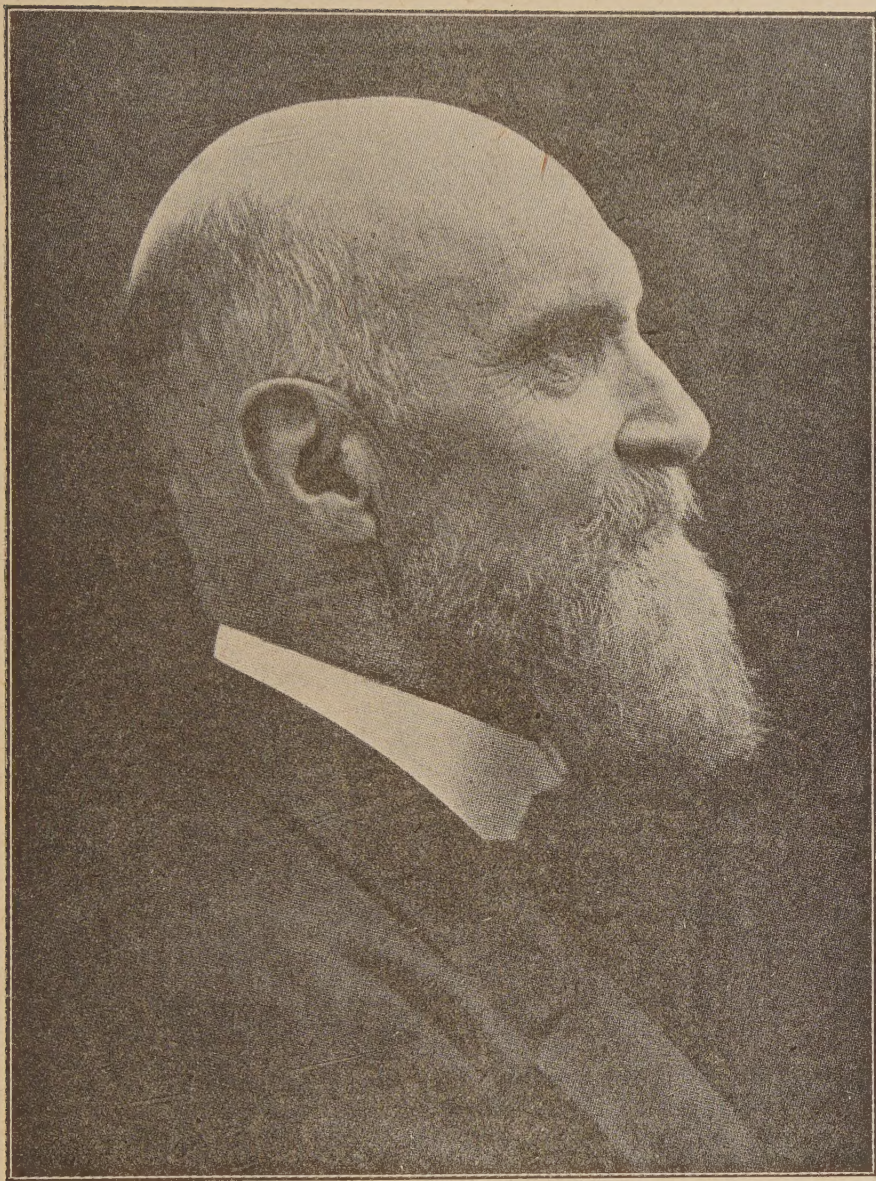
MM. COLLET, Agrégé
GRATECOS et MADELENAT



EXAMINATEURS DE LA THÈSE

Président : M. le Professeur MOREL.
1^{er} Assesseur : M. le Professeur TAPERNOUX.
2^{me} Assesseur : M. le Professeur TAGAND.

La Faculté de Médecine et l'Ecole Vétérinaire déclarent que les opinions émises dans les dissertations qui leur sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner ni approbation ni improbation.



A LA MÉMOIRE DU PROFESSEUR CH. PORCHER

Nous dédions ce travail tout inspiré de ses recherches, et dont les résultats confirment les conceptions.

A MON PERE

A MA MERE

A TOUS MES PARENTS

A MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR A. MOREL
De la Faculté de Médecine de Lyon

Qui nous a fait le très grand hon-
neur d'accepter la présidence de
notre Jury de Thèse.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR A. TAPERNOUX
De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Nous lui adressons nos remercie-
ments sincères pour tout l'intérêt
qu'il n'a cessé de nous porter pen-
dant notre séjour à l'Ecole.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TAGAND
De l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon

Qui nous a fait l'honneur de faire
partie de notre Jury de Thèse.

A MONSIEUR L'AGRÉGÉ COLLET

Qu'il trouve ici l'expression de
notre vive gratitude pour le bien-
veillant intérêt qu'il nous a témoi-
gné pendant nos deux dernières
années d'études.

A NOS MAITRES
DE L'ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE LYON

A NOS MAITRES
DE L'ECOLE DE LA CAVALERIE ET DU TRAIN DE SAUMUR



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552411_0074

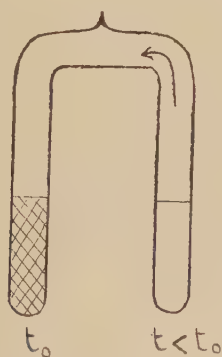
CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE LA CONSTANTE MOLÉCULAIRE SIMPLIFIÉE
DES LAITS DE MAMMITES

CHAPITRE PREMIER

GENERALITES SUR LA CRYOSCOPIE

CONGÉLATION D'UN CORPS PUR.

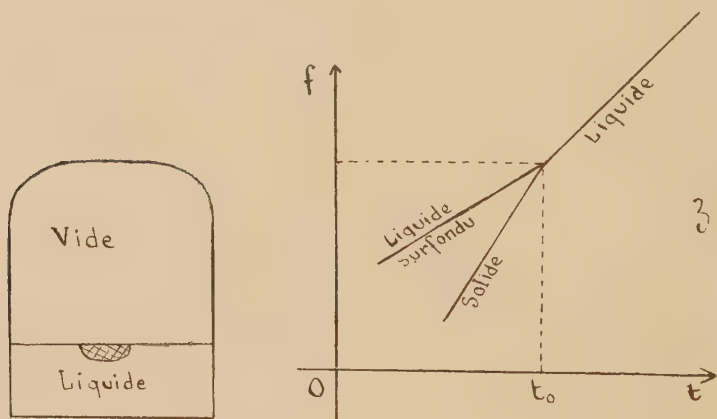
Quand on refroidit un corps pur (eau, acide acétique, etc.) ce liquide cristallise à une température t_0 que l'on appelle le point de congélation de ce liquide



et qui reste constante pendant toute la durée de la cristallisation. Avec des précautions spéciales, on peut éviter cette cristallisation et faire en sorte que le

liquide reste liquide au-dessous de cette température t_0 , on dit alors qu'il est « surfondu » ; par une agitation convenable, il est toujours possible d'éviter ce phénomène particulier.

A une température t , inférieure à t_0 , les cristaux et les liquides surfondus n'ont pas la même tension de vapeur, ce fait est facile à mettre en évidence. Dans un tube en U, fermé à la lampe, on a introduit de l'acide acétique pur, on le retourne en refroidis-



sant également le liquide dans les 2 branches. On refroidit très brusquement l'une des branches, de manière à obtenir la cristallisation du liquide, l'autre très lentement, de manière à éviter celle-ci et à amener le liquide à l'état surfondu. Ce tube mis à l'abri des variations de température est conservé pendant quelques mois, ce qui permet de constater que le volume des cristaux a augmenté tandis que celui du liquide a diminué; ceci montre qu'une distillation lente s'est produite du liquide vers les cristaux, donc

que les tensions de vapeur des cristaux et du liquide étaient différentes.

A la température t_0 , point de congélation du liquide, les tensions de vapeur sont égales ; en effet, considérons le liquide en partie solidifié dans une enceinte vide d'air (les gaz contenus ne sont formés que par la vapeur du liquide) si le système n'était pas en équilibre, il y aurait une distillation qui se produirait soit du liquide vers le solide, soit du solide vers le liquide, or, il ne se produit absolument rien. Pour l'eau et la glace à 0° nous avons :

$$F_{og} = F_{ol} = 4,58 \text{ mm. de mercure}$$

CONGÉLATION D'UNE SOLUTION ÉTENDUE.

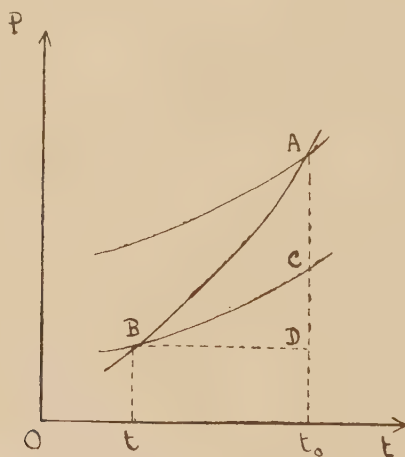
En général, les premiers cristaux déposés pendant la congélation d'une telle solution sont des cristaux du dissolvant pur ; on le vérifie aisément en provoquant par refroidissement, sous le microscope, la congélation d'une solution d'un sel coloré (Mn 0^4K , par exemple), les premiers cristaux qui se déposent sont incolores au sein d'un liquide coloré.

La température initiale de ce dépôt est celle où la solution et le dissolvant solide ont même tension de vapeur. Considérons en effet, dans une enceinte vide d'air, quelques cristaux du dissolvant en équilibre avec la solution ; cet équilibre serait troublé par une distillation soit de la solution vers le solide (la solution se concentrant ainsi et reprenant son état primitif par fusion d'un peu de solide), soit du solide vers la solu-

tion (la solution se diluant et reprenant son état primitif par congélation d'un peu de dissolvant) s'il y avait une différence, quel qu'en fût le sens entre les tensions de vapeurs de ces premiers cristaux et de la solution.

ABAISSEMENT DU POINT DE CONGÉLATION.

Reprenons maintenant le diagramme établi ci-dessus et figurons-y, au voisinage du point de fusion A du solvant pur, la courbe de tension de vapeur de la



dissolution. Elle est située au-dessous de la courbe relative au dissolvant liquide et au dissolvant surfondu, tout en lui étant sensiblement parallèle tant que la solution reste diluée. Cette courbe rencontre donc, en un certain point B, la courbe de tension de vapeur du solide.

D'après ce que nous venons de voir, ce point B,

définissant la température où la solution et le dissolvant solide ont la même tension de vapeur, correspond au début de la congélation de la dissolution. Cette température t est inférieure au point de congélation t_0 du dissolvant pur, donc l'addition à ce dissolvant d'un peu de corps dissous abaisse son point de congélation.

LOIS DE LA CRYOSCOPIE.

Pour un même corps dissous dans un même dissolvant, nous savons que l'abaissement A.C. de la tension de vapeur est proportionnel à la concentration. Le triangle A.B.C. reste semblable à lui-même, donc B.C. varie proportionnellement à la concentration et il en est de même de sa projection B.D. sur l'horizontale, c'est-à-dire de l'abaissement t_0-t du point de congélation.

Pour divers corps dissous dans un même solvant, l'abaissement A.C. de la tension de vapeur est le même pour des solutions équimoléculaires, donc il en est de même de B.C. et, par suite, de BD, c'est-à-dire de l'abaissement t_0-t du point de congélation.

Ces deux lois trouvées expérimentalement par Raoult (1882) sont analogues aux lois de la tonométrie et de l'ébullioscopie, elles régissent de même la cryoscopie.

Soit t_0 le point de congélation commençante et P_0 le poids moléculaire du dissolvant pur ; considérons la solution, dans 100 grammes de ce dissolvant, de m grammes d'un corps relativement volatil de poids

moléculaire P , soit enfin t le point de congélation commençante de cette solution et désignons par $\Delta = t_0 - t$ l'abaissement du point de congélation. La formule de cryoscopie est :

$$\Delta \times \frac{P}{m} = Cte$$
$$\Delta = \frac{Cm}{P}$$

et elle résume les deux lois de la cryoscopie.

Technique de la détermination cryoscopique

La détermination du point de congélation du lait est une opération très délicate qui nécessite beaucoup de soins pour éliminer toutes les causes d'erreur.

Instruments nécessaires. — Un thermomètre pour cryoscopie gradué en $1/50^{\circ}$ ou en $1/100^{\circ}$ de degré (Th.).

Un agitateur constitué par un fil de platine ou de cuivre coudé en cercle horizontal à son extrémité (A).

Un cryoscope ou appareil de réfrigération. On distingue des *cryoscopes à évaporation* dans lesquels le refroidissement est provoqué par l'évaporation d'un liquide volatil (éther, etc.), favorisée par une pulvérisation d'air sous pression, et des *cryoscopes à mélanges réfrigérants* dans lesquels le froid nécessaire à la congélation est obtenu par un mélange de glace et de sels divers.

Pour l'étude du point de congélation du lait, on emploie de préférence un cryoscope à mélange réfrigérant. Le plus simple est constitué par un grand bocal de verre (B) de 20 cm. de diamètre et d'environ 30 cm. de hauteur, dans lequel on superpose des couches successives, d'épaisseur de 2 cm., de glace pilée et de gros sel alternativement (R). Au milieu du bocal, on place une éprouvette (E) de 5 cm. de diamètre et de

20 à 22 cm. de hauteur, qui se trouve entourée sur toute sa surface par le mélange réfrigérant. Dans cette éprouvette, un gros tube à essai spécial de 25 mm. de diamètre environ est placé et recevra le liquide à examiner (L). Un peu de coton de verre, amené au fond de l'éprouvette, amortira les chocs possibles entre l'éprouvette et le tube à essai. Ce dernier sera très propre et bien desséché avant l'introduction du liquide.

Signalons que des cryoscopes spéciaux, destinés à la cryoscopie du lait ont été fabriqués en série et ont permis de doter les laboratoires spécialisés. (Par exemple le cryoscope du Docteur Stüber, mis en vente par la maison Gerber).

Technique de la mesure. — Elle comprend deux temps :

1° la prise du 0 du thermomètre,

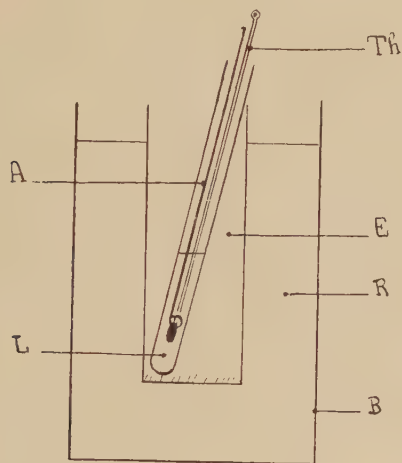
2° la détermination du point de congélation du lait.

1° PRISE DU 0 DU THERMOMÈTRE. — On sait qu'en raison du travail du verre, le 0 de la graduation du thermomètre ne coïncide jamais avec le 0 réel et que ce dernier est toujours plus élevé parce que le travail du verre précité amène une rétraction du volume du réservoir thermométrique.

Le zéro doit donc être déterminé avant chaque essai ou avant chaque série d'essais, d'une façon très précise.

Pour ce faire, on introduit dans le tube à essai de l'eau distillée (environ 15 à 20 cm³) et, on y plonge le thermomètre et l'agitateur. Le tube est alors placé dans l'éprouvette du cryoscope préparé à l'avance. On com-

munique à l'agitateur un lent mouvement de bas en haut et de haut en bas et l'on observe la température. Celle-ci s'abaisse progressivement et lentement. L'abaissement ne doit pas être trop rapide et ne doit pas dépasser un à deux degrés par minute. Dans ces conditions, l'eau ne se congèle généralement pas à 0° , mais entre en surfusion. Lorsque la surfusion atteint $0^{\circ}25$ environ, il faut la faire cesser. On réalise cet arrêt en projetant dans le liquide un petit cristal de glace pure qu'on aura eu soin de préparer d'avance en fai-



sant congeler un peu d'eau bi-distillée, dans un petit tube à l'aide du froid produit par le mélange réfrigérant.

Aussitôt, la congélation commence et le mercure du thermomètre remonte assez rapidement ; l'extrémité de la colonne mercurielle se fixe à un point déterminé et reste fixe tant que la congélation se poursuit. On note la température. Supposons que la lecture ait donné

+ $0^{\circ}20$. Nous dirons que le 0 du thermomètre est + $0^{\circ}20$.

Lorsque l'opération a été bien conduite, la mesure ainsi obtenue est très précise et on peut la vérifier plusieurs fois de suite.

2° DÉTERMINATION DU POINT DE CONGÉLATION DU LAIT. — On recommence les mêmes opérations que précédemment, mais en remplaçant l'eau par le lait. Au moment où se produit la congélation, il faut ici noter que la température ne restera pas fixe pendant toute la durée du phénomène. Les premiers cristaux de glace qui se forment sont constitués par de la glace pure et la solution va se concentrer ; donc son point de congélation sera abaissé. On verra donc la température rester fixe pendant une minute environ, puis redescendre. Il faut par conséquent noter la température, *au moment où les premiers cristaux de glace commencent à se former*, c'est-à-dire au cours de la première minute de la congélation effective. Supposons que la mesure ait donné — $0^{\circ}35$; l'écart Δ sera $0^{\circ}20 + 0^{\circ}35 = 0^{\circ}55$.

Remarque. — La détermination du point de congélation du lait ne peut être effectuée utilement que sur du *lait non altéré et non additionné de substances antiseptiques* (formol, bichromate de potassium, etc.),

En effet, la fermentation lactique transforme une molécule de lactose en 4 molécules d'acide lactique et de plus, ce dernier est partiellement dissocié en ions. L'altération provoque donc une augmentation de la concentration moléculaire, c'est-à-dire abaisse anorma-

lement le point de congélation. Cet abaissement anormal pourrait masquer un mouillage éventuel. Il en est de même de l'addition de substances antiseptiques. C'est là une observation qui limite considérablement le champ d'application de la méthode et qui interdit son utilisation pour les laits destinés à l'expertise. Ces considérations rendent encore plus importante l'évaluation de la constante moléculaire simplifiée.

CHAPITRE II

CONCENTRATION MOLECULAIRE DU LAIT

Le lait étant une émulsion de matières grasses dans une solution colloïdale dont le liquide intermicellaire est une solution vraie présentera un abaissement Δ du point de congélation ; cet abaissement étant fonction de la composition de la solution celle-ci est intéressante à connaître.

Pour un lait de grand mélange, c'est-à-dire provenant du ramassage des laits des étables d'une région contenant chacune plusieurs vaches, l'analyse révèle la composition suivante :

Eau					900 à 910
Extrait sec	Lipides	Glycérides	{	Glycérides simples ...	35 à 40
				Phosphoglycérides	0,5 à 0,75
		Cholestérides			0,1 à 0,175
		Glucides: lactose hydraté			47 à 52
	Extrait dégraissé	Protides	{	Caséine	27 à 30
				Albumine	4 à 5
				Globuline... ..	0,25 et moins
		Acides aminés			
		Groupe de la guanidine }			1 à 1,25
		Urée			
Matières salines			9 à 9,50		

L'édifice salin assez complexe répond à la composition suivante :

Cl Na	1	} 1,80
Cl K	0,80	
Phosphates monopotassique	1,10	
bi potassique	1	
bi et tricalcique	1,20	
bi et trimagnésien	0,18	
Citrates calcique	1,80	
trimagnésien	0,70	
tripotassique	0,75	
Bi carbonate de sodium	0,25	
Sulfate de K	0,20	
Chaux de la caséine	0,56	

Nous pouvons maintenant classer les composants selon le caractère de leur dispersion.

En solution vraie :

Lactose,
Chlorures,
Sels sodiques et potassiques,
Acide citrique et ses sels,
Phosphates monocalcique et monomagnésien.

En solution colloïdale :

Albumine, Globuline,
Caséinate de Ca et de Mg,
Phosphates bi et tricalciques, bi et tri magnésiens,

Cholestérine,
Phospholipides.

Seuls $\text{PO}^1 \text{H}^3$ pour les acides, Ca 0 et Mg 0 pour les bases se partagent entre l'état cristalloïde et colloïde.

En émulsion :

Matières grasses.

ROLE DES DIFFÉRENTS CONSTITUANTS DU LAIT DANS
L'ABAISSEMENT Δ DU POINT DE CONGÉLATION.

Ce rôle a été étudié par Porcher en collaboration avec Chevalier, qui ont pris successivement tous les constituants du lait en leur donnant la place respective qu'ils occupent dans la solution et ont abouti aux conclusions suivantes :

Le Δ total est la somme de tous les Δ partiels correspondant à chacun des constituants.

L'ensemble colloïdal du lait formé par le mélange albumine et complexe caseinate de chaux-phosphate de chaux magnésie intervient dans le Δ pour — $0^{\circ}025$ à — $0^{\circ}030$ environ si le Δ moyen est — $0^{\circ}555$.

L'abaissement du point de congélation Δ , dépend pour — $0^{\circ}525$ à — $0^{\circ}530$, d'une part de l'édifice salin, c'est-à-dire des composés électrolytes : chlorures, citrates, phosphates solubles, sulfates, bicarbonates et d'autre part des composés non électrolytes formant l'édifice organique : lactose et ensemble de N non protéique : urée, corps du groupe de la purine (acide urique-xanthine, hypoxanthine) corps du groupe de la guanidine (créatine et créatinine) acides aminés (glycolle, leucine, et acide aspartique, tyrosine).

Aux 3 grammes de citrates du lait correspond un Δ partiel de $-0^{\circ}027$, soit en chiffre rond 5 % du Δ total.

Les 2 grammes de phosphates potassiques ($\text{PO}^4\text{H}^3\text{K}$ $\text{PO}^4\text{H K}^2$) donnent un Δ partiel de $-0^{\circ}067$, qui représente environ 12 % du Δ total. Les sulfate de potassium et bicarbonate de sodium ont une action infime puisque le Δ partiel qui leur correspond est de $-0^{\circ}008$, soit approximativement 1,5 % du Δ total.

Quant à l'azote non protéique, il donne $-0^{\circ}021$, soit 4 % du Δ total. Il reste enfin à envisager l'action des deux éléments les plus importants du lait, qui sont respectivement le lactose et les chlorures. Le lactose qui existe dans cet aliment au taux de 50 grammes par litre donne un Δ partiel de $-0^{\circ}293$, qui représente 52,80 % du Δ total et les chlorures. ($\text{Cl K}-\text{Cl Na}$) en donnent un de $-0^{\circ}111$, soit 20 % du Δ total. Il faut remarquer que cette part des chlorures serait toujours la même si tout le chlore de ces chlorures était traduit en Cl Na ; en effet, bien que pondéralement la quantité fut moindre ($\text{Na} = 23$ tandis que $\text{K} = 39$), il y a toujours le même nombre de molécules dans la solution.

La somme de tous ces Δ partiels atteint $-0^{\circ}527$, si nous y ajoutons la part de l'édifice colloïdal, qui varie de $-0^{\circ}025$ à $-0^{\circ}030$, nous arrivons à un total qui oscille entre $-0^{\circ}552$ et $-0^{\circ}557$, chiffres dont la moyenne peut être confondue avec $-0^{\circ}555$.

De cette étude des Δ partiels, un fait important est à retenir, la part de l'ensemble chlorures lactose dans le Δ total ; en effet, si nous additionnons les chiffres

obtenus, nous avons un Δ partiel de $- 0^{\circ}404$, soit 72,80 % du Δ total et, en éliminant la part qui revient à l'ensemble colloïdal de ce liquide, nous arrivons à 77 % du Δ total.

CONCENTRATION MOLÉCULAIRE DU LAIT.

A la fin du siècle dernier, Winter a montré que le lait fraîchement trait est en équilibre osmotique parfait avec le sérum sanguin de l'animal producteur, ce dernier liquide ayant un point de congélation qui oscille entre des limites très restreintes surtout chez les animaux de même espèce et adultes tels que les vaches laitières; il en résulte que les divers laits normaux comme les sérums sanguins de ces animaux ont le même facteur de commune isotonie, c'est-à-dire même nombre de molécules électrolytiques sous un même volume ou en un mot ils ont même concentration moléculaire. Il en résulte que toutes les propriétés, qui sont les conséquences directes de cette constance moléculaires, seront indépendantes des variations des constituants du lait qui ont peu ou pas d'influence sur la pression osmotique; les points de congélation, résistivité électrique, etc..., ne seront pas influencés par les doses de caséine et de matières grasses du lait provenant d'une sécrétion normale.

COEFFICIENT DE CONCENTRATION MOLÉCULAIRE.

Les colloïdes, par suite de leurs poids moléculaires élevés, ont une action que l'on peut considérer comme négligeable sur la concentration moléculaire du lait, la

constante mesurant cette concentration moléculaire peut les éliminer et correspondre ainsi à la somme des molécules des divers cristoalloïdes que renferme le sérum. Pour évaluer cette somme, il faudrait connaître exactement l'état des combinaisons cristoalloïdes, en dehors du lactose, or il est bien difficile de connaître la répartition des bases et des acides pour les divers sels du lait. Déterminer simplement les diverses doses des acides et bases du lait, constitue un travail très laborieux nécessitant un volume considérable de ce liquide et comme on ne peut songer à le faire sur les cendres puisque ceci ne correspond que de loin à ces substances, la calcination ayant transformé en carbonates les sels organiques et des phosphates et sulfates ayant pu se former par l'oxydation du phosphore et du soufre organique, il est impossible de déterminer pratiquement en temps que travail courant de laboratoire cette constante exacte de concentration moléculaire.

Mais si cette constante de concentration moléculaire, même réduite à la somme des substances cristoalloïdes du lait, est impossible à déterminer, il est apparu à Mathieu et Ferré qu'il était possible d'envisager une constante simplifiée de concentration moléculaire en ne tenant compte que des principaux éléments solubles du lait, chlorures et lactose, qui eux sont faciles à doser à l'aide d'analyses chimiques simples et qui, ainsi que nous l'avons vu antérieurement, ont une action prépondérante sur cette concentration moléculaire.

Cette approximation est possible ; en effet, le Professeur Porcher, dans ses travaux qui font autorité en la matière, a montré que si le chlorure de sodium est

un élément essentiellement variable du lait, le lactose subit lui aussi des variations complémentaires, qui font qu'au maximum des chlorures du lait, correspond le minimum de lactose et inversement (Loi de Porcher). Par suite de ce phénomène de balance, au sein du liquide, dans un lait normal la concentration moléculaire lactose-chlorures ne doit présenter que de très faibles écarts ; c'est ce qui a conduit Mathieu et Ferré à utiliser le chiffre mesurant cette concentration moléculaire comme constante moléculaire simplifiée ou en abréviation C. M. S.

Dans leur étude, ces auteurs ont proposé d'évaluer cette constante non en nombre de molécules, mais conventionnellement en poids de lactose hydraté. Ce dernier est égal à la somme des poids de lactose hydraté du lait et de l'équivalent isotonique des chlorures, soit le produit du poids des chlorures par 11,9, nombre qui, d'après Raoult, représente le poids de lactose hydraté correspondant isotoniquement à un gramme de chlorure de sodium.

CHAPITRE III

CONSTANTE MOLECULAIRE SIMPLIFIEE APPARENTE ET REELLE

Porcher ayant fait remarquer dans son étude du lait que l'isotonie de la solution est une propriété de la partie de ce liquide contenant les cristalloïdes en solution, la C. M. S. ainsi déterminée est inexacte ; il faudrait dans son calcul retrancher le volume de l'insoluble du volume total du lait pour l'obtenir exactement.

Si c'est la C. M. S. apparente d'un lait contenant un volume V d'insoluble formé par la caséine, la matière grasse et le phosphate de chaux (ce dernier étant négligeable) la constante moléculaire réelle C' du sérum sera :

$$C' = C \frac{1}{1 - V}$$

Il nous reste alors à évaluer le facteur $\frac{1}{1-V}$ qui

nous permet de calculer la C.M.S. réelle lorsque la C.M.S. apparente a été déterminée. Dans le lait, les deux substances formant l'insoluble sont très variables ;

aussi allons-nous déterminer le facteur $\frac{1}{1-V}$ pour

les deux maxima et minima de chacune. Nous pouvons admettre que dans un lait de grand mélange la matière grasse de densité 0,94 varie de 20 à 60 gr. et que la caséine dont la densité est environ 1,35 varie de 20 à 40 gr. par litre, ces limites extrêmes correspondant à des volumes de :

Matières grasses :

$$\frac{20}{0,94} = 21 \text{ cc. } 3 \qquad \frac{60}{0,94} = 64 \text{ cc.}$$

Caséine :

$$\frac{20}{1,35} = 14 \text{ cc. } 8 \qquad \frac{40}{1,35} = 29 \text{ cc. } 6$$

Insoluble :

$$36 \text{ cc. } 1 \qquad 93 \text{ cc. } 6$$

ou en chiffre rond :

$$36 \text{ cc.} \qquad \text{et} \qquad 94 \text{ cc.}$$

Le facteur $\frac{1}{1-V}$ prendra pour ces valeurs de l'insoluble les expressions suivantes :

Insoluble minimum :

$$\frac{1}{1 - 0,036} = \frac{1}{0,964} = 1,037$$

Insoluble maximum :

$$\frac{1}{1 - 0,094} = \frac{1}{0,906} = 1,103$$

Donc il faudrait multiplier la C.M.S. apparente par des facteurs compris entre 1,037 et 1,103 pour obtenir la C.M.S. réelle et comme en général cette C.M.S. est voisine de 70, on aurait des écarts de 5 unités si l'on négligeait le volume de l'insoluble, il faudra donc toujours pratiquer cette correction.

Considérant que la majorité des laits de grand mélange ont environ 40 gr. de matière grasse et 30 grammes de caséine, le facteur nécessaire à cette correction sera :

$$\frac{1}{1 - \frac{30}{1,35} + \frac{40}{0,94}} = \frac{1}{1 - 0,065} = \frac{1}{0,935} = 1,069$$

et l'on aura :

C. M. S. réelle = 1,069 (C. M. S. apparente)

C. M. S. réelle = 1,069 (Lactose hydraté + 11,9 NaCl).

On peut effectuer le calcul pour chaque lait d'après les formules :

$$\text{C. M. S.} = (\text{Lactose hydraté} + 11,9 \text{ NaCl}) \times \frac{1000}{S}$$

$$S (\text{Volume du lactosérum de 1 litre de lait}) = \frac{1000}{1,064 \text{ MG} + 0,74 \text{ C}}$$

Dans lesquelles

MG = taux de matière grasse par litre,

C = taux de protéines totales.

CHAPITRE IV

DOSAGES NECESSAIRES AU CALCUL DE LA C.M.S.

A priori, il semble que seuls deux dosages, ceux des chlorures et du lactose, doivent être effectués pour permettre le calcul de la C.M.S. Cependant le titrage de l'acidité du lait est nécessaire puisque l'on n'opère pas sur des échantillons qui viennent d'être traités et que pendant ce vieillissement le lactose s'est transformé en partie en acide lactique qui a augmenté l'acidité de ce liquide. Nous verrons donc successivement :

Le titrage de l'acidité totale,

Le dosage des chlorures,

Le dosage du lactose,

et nous ajouterons celui de la matière grasse, ce qui nous permettra de voir les variations de ce constituant du lait lors de maladie de l'élément sécréteur : la cellule mammaire.

TITRATION DE L'ACIDITÉ TOTALE.

Principe de la méthode : Elle consiste à ajouter au lait additionné d'un indicateur coloré une solution de soude jusqu'à neutralisation.

On utilisera comme indicateur coloré la phtaléine du phénol en solution à 2 % dans l'alcool éthylique à 75° qui, incolore en milieu acide, vire au rouge dans les solutions dont le pH est supérieur à 8,2.

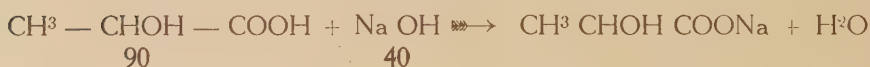
La méthode utilisée sera la méthode française de Dornic, qui utilise une solution de soude N/9 renfermant 4,44 grammes de Na OH par litre.

Dans un tube à essai, on place 10 cc. de lait mesurés très exactement à l'aide d'une pipette à double trait, on ajoute 2 gouttes de la solution alcoolique de phénol-phtaléine et on neutralise avec la soude Dornic goutte à goutte jusqu'à coloration rose qui indique la fin de l'opération. Le nombre de dixièmes de cc. nécessaire pour obtenir le virage du lait indique l'acidité en degrés Dornic, ce titrage est facilité par l'emploi d'une burette de Mohr spéciale graduée en dixièmes de cc.

Avec un lait normal, nous obtenons 15 à 16° Dornic.

Dans cette méthode, ce titre N/9 a été choisi pour la soude de façon à obtenir facilement l'équivalence en acide lactique de l'acidité du lait, chaque degré Dornic correspondant à une teneur de 0,1 gramme d'acide lactique par litre de lait. En effet si, dans cette opération, nous utilisons une solution de soude pouvant neutraliser volume à volume une solution renfermant une fraction ou un multiple de 10 gr. d'acide lactique par litre, la correspondance en grammes d'acide lactique par litre de lait se déduira facilement par simple lecture de l'acidité Dornic.

Dans la neutralisation, nous avons :



Supposons que nous ayons une solution d'acide lactique à 10 gr. par litre, soit à N/9, il faudra pour la neutraliser une solution de soude à N/9 et on aura :

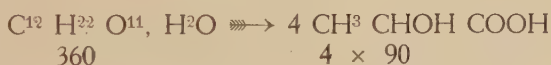
1.000 cc. de cette solution qui neutralisent 10 gr. d'acide lactique,

1/10 cc. de cette solution qui neutralise 1 mg. d'acide lactique.

Mais ce milligramme d'acide lactique se trouve dans 10 cc. de lait, donc la teneur par litre est de 0,1 gr. d'acide lactique.

APPLICATION A LA CORRECTION DU LACTOSE HYDRATÉ DANS UN LAIT ACIDE.

Dans le lait qui fermente, le lactose hydraté se transforme, sous l'influence des ferments lactiques, en acide lactique selon la réaction.



Dans cette réaction, 1 gramme de lactose hydraté donne 1 gramme de $\text{CH}^3 \text{CHOH COOH}$, ces deux corps correspondant poids à poids ; à un degré Dornic correspondra 0,1 gr. de lactose hydraté et comme un lait normal titre 15° Dornic, pour un lait hyperacide titrant N° il faudra ajouter au lactose hydraté dosé :

0,1 (N-15) gramme de lactose.

DOSAGE DES CHLORURES.

Pour doser les chlorures, il est absolument inutile de détruire la matière organique en présence d'azotate de potassium et de carbonate de soude, comme dans

la méthode de Mohr ou d'éliminer l'albumine lorsqu'on possède l'excellente méthode Charpentier-Volhard.

Cette méthode présente l'avantage d'opérer en milieu acide et d'éliminer les causes d'erreur dues aux acides phosphoriques et oxalique, elle utilise pour ce dosage l'action de l'ion Cl sur le nitrate d'argent.



Cette méthode a été appliquée au lait par de nombreux auteurs, notamment par Tapernoux (1), qui a préconisé la technique suivante :

Dans un ballon jaugé à 100 cc., on verse 10 cc. de lait, très exactement mesurés avec une pipette à double trait, que l'on dilue avec 40 cc. d'eau distillée et auxquels on ajoute 3 cc. d'acide azotique pur pour faire coaguler la caséine, ensuite on porte au bain-marie à 80° pendant 10 minutes, on laisse refroidir pour compléter exactement à 100 et on filtre.

Dosage proprement dit. — On prélève très exactement dans un verre de Bohême 50 cc. du liquide filtré, on leur ajoute 10 cc. d'une solution d'azotate d'argent N/10 et quelques gouttes d'une solution d'alun de fer ammoniacal destiné à annoncer la fin de l'opération. On ajoute alors goutte à goutte une solution décimorale de sulfocyanate de potassium, contenue dans une burette de Mohr, jusqu'à virage au rose. Cette coloration rose décèle l'action du sulfocyanate de potassium sur l'alun de fer ammoniacal et indique qu'il ne reste

(1) *Journal de Médecine Vétérinaire et de Zootechnie*, janvier 1931.

plus d'azotate d'argent libre dans la solution, ce dernier ayant donné la réaction :



Si n centimètres cubes ont été utilisés pour agir sur le sulfocyanate de potassium, le reste, soit $(10-n)$ avait été utilisé par les chlorures du lait qui existaient dans 10 cc. de lait à la dose de :

$$(10 - n) \times 2 \times 0,00585 = (10 - n) 0,0117 \text{ grammes}$$

soit

$$(10 - n) \times 0,0117 \times 100 = (10 - n) 1,17 \text{ grammes}$$

par litre de lait.

Cette méthode est bien préférable à celles qui consistent à doser les chlorures sur les cendres du lait. On sait en effet que malgré les précautions prises, une partie des chlorures est volatilisée au cours de la calcination et échappe au dosage. Il en résulte une erreur par défaut dans le calcul de la C.M.S. et ce fait a une grosse importance.

DOSAGE DU LACTOSE.

a) *Méthode chimique.*

Il faut déféquer le lait afin de précipiter tous les protides qui sont susceptible de gêner la réduction de la liqueur de Fehling, pour cela on utilise la solution mercurique de Patein (solution étendue de nitrate mercurique acide sans excès d'acide azotique).

On met dans un verre à pied 10 cc. de lait très exac-

tement mesurés, 10 cc. d'eau distillée, 2 cc. de réactif de Patein. On agite et on neutralise la solution avec de la soude diluée en présence d'un papier de tournesol, il vaut mieux laisser la solution légèrement acide que de dépasser la neutralisation. On verse le mélange dans un ballon jaugé à 100 cc. en rinçant minutieusement le verre avec de l'eau distillée, on complète à 100 avec celle-ci, on agite et on filtre; au filtrat on ajoute une pincée de poudre de zinc afin de précipiter le nitrate mercurique restant en solution, et on laisse reposer environ 12 heures, ensuite on filtre.

TECHNIQUE DU DOSAGE PAR LA MÉTHODE DE BERTRAND.

La liqueur déféquée comme nous l'avons précisé est parfaitement limpide et neutre. On peut réaliser sur elle le dosage par la méthode de Bertrand, en tenant compte des observations de Denigès. (Précis de Chimie analytique, 5^e édition, p. 549.)

Dans un Erlenmeyer de 200 à 250 cc., on prélèvera 10 cc. exactement mesurés de liqueur filtrée. Ces 10 cc. représentent 1 cc. de lait et contiennent approximativement 50 mgr. de sucre réducteur; nous nous trouvons bien dans les limites où la méthode a toute sa précision. On ajoutera 10 cc. d'eau distillée, puis successivement 20 cc. de liqueur cuivrique et 20 cc. de liqueur sodique, de formules suivantes :

A. — Liqueur cuivrique

Sulfate de cuivre pur	40 gr.
Eau distillée	qs p. 1000 cc.

B. — Liqueur sodique

Sel de Seignette (Tartrate double de Potassium et de Sodium)	200 gr.
Soude caustique en plaques	150 gr.
Eau distillée	qs p. 1000 cc.

On ajoute un petit fragment de coke de la grosseur d'une tête d'épingle un peu grosse pour régulariser l'ébullition et on fait bouillir le mélange dans l'Erlenmeyer pendant 3 *minutes exactement mesurées au chronomètre*.

On laisse refroidir un moment et on introduit le liquide chargé du précipité de Cu^2O dans un tube de 60 cc. de centrifugeuse, en verre Pyrex. (Nous utilisons la centrifuge Couprie.) Avec quelques cc. d'eau distillée, on rince l'Erlenmeyer et on ajoute les eaux de lavage au liquide dans le tube de centrifuge. Il faut opérer de telle sorte qu'au cours du lavage, aucune particule de précipité ne puisse être perdue.

Après équilibration, on centrifuge pendant 5 minutes et on décante alors avec précaution la liqueur bleue qui surnage le précipité rassemblé au fond du tube et qui contient encore une notable quantité d'oxyde cuivrique en solution. La meilleure décantation est une aspiration par le vide à l'aide d'un tube effilé.

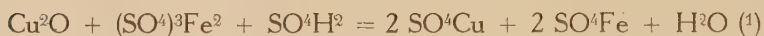
On procède alors au lavage du précipité de Cu^2O en ajoutant dans le tube chaque fois 50 cc. d'eau distillée et en centrifugeant et en décantant après la centrifugation. Le précipité ainsi lavé à deux ou trois reprises est prêt aux opérations ultérieures.

On le dissout alors dans une solution sulfurique de sulfate ferrique ainsi préparée :

C. — Liqueur ferrique

Sulfate ferrique	50 gr.
Acide sulfurique à 66° B. pur	200 gr.
Eau distillée	qs p. 1000 cc.

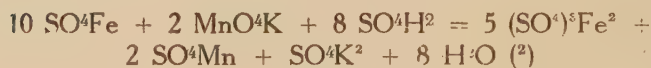
A cette liqueur, on ajoute avant son emploi, goutte à goutte, de la solution décinormale de Permanganate de Potassium, *jusqu'à teinte rose très faible persistante*. La dissolution a lieu dans le tube à centrifugation ; on voit l'oxyde rouge noircir en se transformant en oxyde cuivrique qui se dissout ensuite dans l'acide sulfurique. Parallèlement la liqueur ferrique verdit par suite de la réduction du sulfate ferrique en sulfate ferreux suivant l'équation :



On fait ainsi passer dans le tube à centrifuge trois fois 20 cc. de liqueur ferrique que l'on réunit ensuite dans l'Erlenmeyer.

Ceci fait, on procède au dosage du sulfate ferreux formé à l'aide d'une solution titrée de Permanganate de Potassium, que l'on verse goutte à goutte, jusqu'à coloration rose faible dans le liquide de l'Erlenmeyer.

La réaction qui se produit est la suivante :



La liqueur titrée de Permanganate préconisée par Bertrand est une solution à 5 % de ce sel. Nous préférons nous servir de la solution décinormale contenant 3 gr. 16 de sel par litre, préparée selon les indications de Dénigés (loc. citat., p. 497). Nous vérifions le titre de cette solution à l'aide de la solution de sulfocyanate

N/10 utilisée pour le dosage des chlorures. Il suffit de savoir que 1 cc. de Permanganate N/10 correspond à $1/60.000^{\circ}$ de molécule de sulfocyanate. En d'autres termes, 6 cc. de Permanganate N/10 correspondra à 1 cc. de sulfocyanate N/10.

Pour réaliser le titrage du permanganate, on placera 5 cc. de sulfocyanate N/10 dans un Bécher avec 30 cc. d'eau distillée et 5 cc. d'acide sulfurique et on ajoutera goutte à goutte la solution permanganique jusqu'à coloration rose faible. La quantité versée devra être de 30 cc. si le titre est exactement N/10. S'il n'en est pas ainsi, un facteur de correction ou une modification de la solution s'impose.

Revenons maintenant au dosage du lactose. Soit n le nombre de cc. de permanganate N/10 utilisés. Chaque cc. correspond à 6 mg. 35 de cuivre.

La quantité de cuivre correspondant à 1 cc. de lait sera donc :

$$(n \times 6,35) \text{ milligrammes}$$

Le tableau suivant donne en *lactose anhydre* le nombre de milligrammes de sucre correspondant au cuivre trouvé. Il suffit de le multiplier par 1.000 (c'est-à-dire de garder les mêmes chiffres en les exprimant en grammes) pour avoir la quantité de *lactose anhydre* par litre de lait. La transformation en *lactose hydraté* s'effectuera en multipliant par 1,055 le chiffre de lactose anhydre obtenu.

Lactose	Cuivre	Lactose	Cuivre	Lactose	Cuivre
10	14,4	28	39,4	46	63,3
11	15,8	29	40,7	47	64,6
12	17,2	30	42,1	48	65,9
13	18,6	31	43,4	49	67,2
14	20	32	44,8	50	68,5
15	21,4	33	46,1	51	69,8
16	22,8	34	47,4	52	71,1
17	24,2	35	48,7	53	72,4
18	25,6	36	50,1	54	73,7
19	26,9	37	51,4	55	74,9
20	28,4	38	52,7	56	76,2
21	29,8	39	54,1	57	77,5
22	31,1	40	55,4	58	78,8
23	32,5	41	56,7	59	80,1
24	33,9	42	58	60	81,4
25	35,2	43	59,3	61	82,7
26	36,6	44	60,6		
27	38	45	61,9		

b) Méthode polarimétrique.

Un certain nombre de substances organiques, surtout les sucres, les alcaloïdes, les essences volatiles, etc..., possèdent la propriété, quand elles sont traversées par des ondes lumineuses polarisées, dans un certain plan, de faire tourner la direction de ce plan soit à droite (substance dextrogyre), soit à gauche (substance lévogyre), d'une quantité variable avec la substance examinée. Le sens et l'intensité de la déviation produite constituent un des meilleurs moyens d'analyse dont le chimiste puisse disposer. Divers appareils ont été utilisés, dont le polarimètre de Laurent, qui est destiné à doser toutes les substances actives sur la lumière polarisée.

DOSAGE PROPREMENT DIT :

Prélever exactement 40 cc. de lait, déféquer en ajoutant 40 cc. du réactif d'Esbach, comprenant :

Acide acétique	100 gr.
Acide picrique Q. S.	p ^r saturer
Eau distillée Q. S.	1000 cc.

recueilli le filtrat avec lequel on remplit le tube du polarimètre. On place le tube sur l'appareil et on lit l'angle α de déviation

$$\text{Lactose hydraté} \times 9,518 \alpha \times 2$$

on multiplie par 2, car on a dilué le lait au 1/2.

Pour tenir compte du volume occupé par les substances en suspension (matière grasse) ou en pseudosolution (colloïdes) dans le lait, il faut effectuer une correction aux résultats fournis par le polarimètre. On peut suivre à cet égard la technique un peu longue préconisée par Dénigès (1) ou plus simplement, comme le conseille Tapernoux, diviser le résultat obtenu par le facteur de correction utilisé par le calcul de la C. M. S. (1,069).

Il faut noter que les laits qui ont été altérés par la fermentation lactique donnent, au dosage polarimétrique, des résultats inexacts car l'acide lactique formé peut être actif sur la lumière polarisée (dextrogyre ou levogyre suivant les espèces microbiennes qui l'ont fait naître), et d'autre part, ces germes attaquent souvent les protides du lait pour donner des produits de désintégration (peptones ou peptides), qui ne précipitent pas à la défécation et qui sont eux-mêmes actifs pour leur compte sur la lumière polarisée. D'ailleurs, lorsque les laits sont altérés, comme c'est souvent le cas dans les expertises, le dosage du lactose quelle que soit la mé-

(1) *Chimie Analytique*, 5^e édition, p. 953.

thode employée ne donne pas souvent de bons résultats. Tantôt, en effet, un dédoublement se produit en glucose et galactose qui augmente le pouvoir réducteur, tantôt, sous l'influence des levures, il s'est produit une fermentation alcoolique qui ne permet pas de retrouver la totalité de cet holoside. C'est pourquoi, on est souvent obligé, dans ces cas de se contenter d'une évaluation par différence, en tenant compte du fait que les protides peuvent être toujours approximativement et convenablement dosés par la Méthode de Kjeldhal.

DOSAGE DE LA MATIÈRE GRASSE.

Il existe deux procédés qui permettent le dosage simple de la matière grasse, l'un plus pratique mais plus long, et moins exact, Méthode Hoyberg, l'autre excellent mais nécessitant l'emploi d'acide sulfurique et d'une centrifugeuse, ce qui en fait un procédé de laboratoire : Méthode Gerber.



Le récipient dans lequel se fait le mélange et la séparation de la matière grasse est une éprouvette de verre de 15 cm. de longueur environ et de 2 cm. de large, elle est fermée d'un côté par un bouchon de caoutchouc tandis qu'à l'autre extrémité est soudé un

tube de verre gradué. Dans l'éprouvette on introduit successivement sans mélanger :

10 cc. de SO^4H^2 de densité 1,62.

11 cc. de lait mesurés au moyen d'une pipette spéciale.

1 cc. d'alcool amylique.

On bouche très soigneusement avec un bouchon de caoutchouc, on agite les éprouvettes que l'on place sur un plateau rotatif de telle manière que les tubes gradués soient tournés vers le centre de l'appareil. Ces éprouvettes étant maintenues à l'aide d'agrafes spéciales, on met en mouvement le plateau, la matière grasse remonte lentement dans la partie graduée. Pour éviter le refroidissement du mélange pendant l'opération, on munit le plateau de rebord et d'un couvercle ; cette disposition a en outre l'avantage d'éviter les accidents provoqués par la rupture des agrafes qui retiennent les éprouvettes.

Après 3 minutes de rotation à 1.500 tours/minute, on reprend les éprouvettes que l'on place verticalement, le tube gradué en haut, dans un bain-marie à la température de 63° afin de faire la lecture de la quantité de matière grasse. La matière grasse affleurant au zéro de l'appareil, le nombre de division correspond au nombre de grammes de matière grasse par kilog de lait.

Pour obtenir le taux butyreux au litre, il faut multiplier le résultat lu par le coefficient 1,03.

CHAPITRE V

LE MOUILLAGE DU LAIT SON ACTION SUR LA C.M.S.

DÉFINITION.

Le mouillage d'un lait est une opération frauduleuse qui consiste à ajouter à un lait normal, soit de l'eau, soit du lactosérum.

Addition d'eau. — L'eau, étant un liquide qui ne contient pas ou presque pas de matières minérales dissoutes, diluera les principes du lait lorsqu'elle lui sera ajoutée puisque le volume du dissolvant augmentera pendant que le poids des corps dissous ne variera pas : la teneur en chlorures, lactose, matière grasse, caséine, diminuera.

La diminution de chacun de ces éléments permet de calculer le mouillage du lait, il est donc intéressant de connaître s'il est possible de le calculer à partir de la C.M.S. Comme les taux des chlorures et du lactose, composants utilisés pour le calcul de la C.M.S., diminuent, la C.M.S. va elle aussi diminuer et ce en proportion du degré de mouillage du lait analysé. Mathieu et Ferré ont montré que dans ce cas la C.M.S. tombe

au-dessous de 70. Quoique la C.M.S. nécessite deux dosages, ce qui allonge le travail, elle permet de calculer le degré de mouillage du lait.

$$\text{Mouillage \%} = \frac{(70 - \text{CMS})}{70} 100$$

C.M.S. étant celle calculée pour le lait d'expérience et 70 étant la valeur minima de la C.M.S. d'un lait normal.

ADDITION DE LACTO-SÉRUM.

Le lacto-sérum est le liquide obtenu après écrémage du lait et coagulation de la caséine, il renferme tous les composants solubles du lait et principalement les chlorures et le lactose. Lorsqu'on ajoute ce liquide à un lait normal, les principes solubles du lait ne sont modifiés que dans de très faibles proportions, donc cette addition n'aura aucune action sur la C.M.S. et le calcul de cette constante ne permettra pas de calculer le degré de mouillage.

CHAPITRE VI

REACTIONS DE LA MAMELLE A L'INFECTION

A priori, on conçoit que ces modifications doivent être extrêmement variées suivant l'intensité du processus inflammatoire à siège mammaire. Il est bien évident qu'entre mastite, qu'on qualifie d'explosive parce que tous les symptômes en sont exacerbés et la mammite en miniature de Steck répondant à l'infection latente d'une mamelle apparemment normale, il est toute une suite de degrés et le passage de l'un à l'autre peut en être insensible.

Entre le lait que nous disons normal, bien que secrété par une mamelle dont l'infection est latente et le liquide jaunâtre, grumeleux et parfois purulent provenant de mamelle malade, qu'on appelle encore lait en raison de sa provenance, mais dont la composition dénote de profondes altérations et qui n'est vraiment plus du lait, il est un grand nombre de paliers superposés et la distinction que l'on peut faire entre deux d'entre eux qui se succèdent peut être très faible.

Les paliers qui nous intéressent ne peuvent appartenir à la zone des laits de l'infection latente ni à celle, immédiatement voisine, des laits de mammite déclarée cliniquement appréciable, mais dont l'état inflamma-

toire n'est pas suraigu ; nous ne sommes pas intéressés par les manifestations violentes de la mammite. Le terrain sur lequel nous nous sommes placés n'est fait que de nuances lorsque nous sommes dans la zone des laits apparemment normaux ; dans la zone voisine, les contrastes apparaissent. Objectivement, nous pouvons poser notre diagnostic et c'est pour satisfaire une curiosité scientifique légitime et nécessaire que l'on fera appel à certaines recherches de laboratoire. Mais tant que nous sommes dans la première zone, celle des nuances, la clinique est inopérante. Elle est aveugle et seul le laboratoire nous offre de multiples procédés d'investigation dont toutes les indications sont convergentes.

Les variations de la matière grasse déjà considérables à l'état normal, le seront aussi à l'état pathologique donc elles ne sont que peu intéressantes.

Pour ce qui est des autres composants du lait des dosages délicats sont nécessaires ; il faut opérer minutieusement car la précision analytique est de rigueur. Ces dosages nous permettent de grouper sous deux classes les différents composants du lait.

1) Les principes tout à fait caractéristiques de la sécrétion lactée. Or on ne les trouve que dans le lait (lactose-acide citrique) ;

2) Les autres principes qui, sans être caractéristiques de cette sécrétion, lui donnent un caractère spécial par le taux élevé qu'ils y affectent (Po^4H^3 salifié par KOH, Ca O, Mg O) ;

3) Les principes qui ne sont pas élaborés au niveau de la glande (chlorures).

Les deux premiers groupes forment les molécules élaborées ; donc toute atteinte de la cellule mammaire va nuire à cette élaboration et toutes ces molécules caractéristiques seront touchées dans les mêmes proportions.

Parallèlement à cette diminution des molécules élaborées lors d'affections de la glande, il y aura augmentation des molécules non élaborées, c'est-à-dire celles qui entrent dans le lait sans lui donner une caractéristique quelconque.

Nous verrons en particulier le taux du lactose (molécule élaborée) diminuer et parallèlement, pour satisfaire à l'équilibre osmotique de la sécrétion, le taux des chlorures augmentera (loi de Ch. Porcher) de telle façon que la C.M.S. restera inchangée. Certains ont pu penser que l'état infectieux de la mamelle pouvait entraîner des variations assez grandes de la C.M.S. et en particulier que sa valeur pouvait tomber notablement au-dessous du minimum de 70 communément adopté.

L'assertion était grave, car si le fait était exact, il ne permettrait pas à l'analyse d'affirmer le mouillage en toute certitude chaque fois que la valeur de la C.M.S. tombe au-dessous de 70. C'est dans le but d'éclaircir ce point que nous avons entrepris nos recherches et nous verrons que celles-ci nous portent à conclure au bien fondé des règles qui ont été établies à la suite des travaux de Ch. Porcher et de Mathieu et Ferré. Nous devons d'ailleurs ajouter que la diminution du taux de lactose, compensée par l'augmentation du taux des chlorures ne s'observe pas que dans les seuls laits de mammites. Ce phénomène du balancement

peut se retrouver dans les laits de rétention et dans le colostrum, comme l'a si bien montré Ch. Porcher et il ne faudrait pas s'empresse de conclure, comme le font trop souvent les laboratoires, qu'un lait qui présente un taux anormalement élevé de chlorures est un « lait pathologique ». Tout ce que l'on peut affirmer, en présence d'un tel résultat, c'est qu'on a affaire à un *lait anormal* et il faut alors préciser par l'utilisation d'autres techniques, sur lesquelles nous n'avons pas à insister ici, la nature de cette anomalie.

CHAPITRE VII

RECHERCHES PERSONNELLES SUR LA C.M.S. DES LAITS DE MAMMITES

LAIT N° 1

Vache 6 ans, ayant un lait normal le 8 avril, aucun symptôme.

9 avril au matin : quartier postérieur gauche enflammé, induré, lait anormal.

9 avril au soir : même chose pour le quartier postérieur gauche, lait anormal au quartier postérieur droit.

Température : 41°4. Anorexie. Un peu de diarrhée.

Mise bas il y a trois mois. Plaie en bonne voie de cicatrisation au trayon postérieur gauche.

Pas d'administration de médicaments avant le prélèvement du lait.

Densité	1029	grammes
Matières grasses	28	—
Acidité	19°	Dornic
Chlorures (en NaCl)	3,042	grammes
Lactose hydraté	32	—

C. M. S. = 72,53

LAITS N^{os} 2 ET 3

Laits prélevés sur une vache atteinte de mammite aux deux quartiers postérieurs et sur une, atteinte au quartier postérieur droit sans aucune précision.

Densité	1031	grammes
Matières grasses	44	—
Acidité	21°	
Chlorures (en NaCl)	1,76	—
Lactose hydraté	45,3	—

C. M. S. = 70,4

Densité	1030	grammes
Matières grasses	44,5	—
Acidité	22°	
Chlorures (en NaCl)	1,86	—
Lactose hydraté	43,1	—

C. M. S. = 69,4

LAIT N^o 4

Vache « mignonne », lait fourni par M. Ferney, Vétérinaire à Fontaines. Lait présentant un culot de centrifugation abondant.

Densité	1029,6	grammes
Matières grasses	37,6	—
Acidité	28°	
Chlorures (en NaCl)	2,05	—
Lactose hydraté	44,4	—

C. M. S. = 73,1

LAIT N° 5

Vache 5 ans. Mammite du quartier postérieur droit vieille d'un jour, autres quartiers indemnes, mais ne donnant que peu de lait. Température : 40° 1.

Densité	1030	grammes
Matières grasses	2	—
Acidité	10°	
Chlorures (en NaCl)	5,41	—
Lactose hydraté	4,50	—

$$C. M. S. = 73,58$$

LAIT N° 6

Vache 9 ans, ayant velé le 2 mars 1931. Elle a présenté en octobre 1930, une mammite au quartier postérieur gauche dont il subsiste un noyau induré de la grosseur d'une orange. Le lait a été prélevé sur les quatre quartiers le 12 avril 1931.

Acidité	18°	
Matières grasses	25	grammes
Chlorures (en NaCl)	2,78	—
Lactose hydraté	39,9	—

$$C. M. S. = 77,65$$

LAIT N° 7

Vache âgée de 8 ans, ayant velé le 20 mai 1930. Le quartier postérieur droit de la mamelle présente un noyau induré. Pas d'hyperthermie. Le lait analysé provient des quatre quartiers :

Acidité	30°	
Matières grasses	40	grammes
Chlorures (en NaCl)	2,05	—
Lactose hydraté	49,39	—

C. M. S. = 78,43

LAIT N° 8

Vache âgée de 7 ans, ayant velé le 10 mars 1931, présentant quelques indurations du quartier postérieur gauche de la mamelle. Pas d'hyperthermie. Le lait a été prélevé sur les quatre quartiers.

Acidité	17°5	
Chlorures (en NaCl)	4,09	grammes
Lactose hydraté	31,9	—

C. M. S. = 85,83

LAIT N° 9

Vache âgée de 7 ans, vieille de lait, traite tous les deux jours pour la tarir. Le lait provenant des quatre quartiers a une apparence normale.

Acidité	13°	
Matières grasses	109	grammes
Chlorures (en NaCl)	3,95	—
Lactose hydraté	25,7	—

C. M. S. = 77,48

LAIT N° 10

Vache 12 ans, ayant velé depuis six jours. Mauvais état général, mammite aiguë du quartier antérieur gauche. Les

autres quartiers paraissant indemnes, mais ne donnant que peu de lait.

Température : 39°4. Début d'arthrite infectieuse aux deux jarrets.

Acidité	28°	
Matières grasses	37	grammes
Chlorures (en NaCl)	3,80	—
Lactose hydraté	18,38	—

C. M. S. = 67,3

LAIT N° 11

Vache âgée de 9 ans, ayant velé le 7 avril 1931, dont le quartier postérieur droit est légèrement sclérosé.

Acidité	15°	
Chlorures (en NaCl)	1,67	grammes
Lactose hydraté	48,25	—

C. M. S = 72,3

LAIT N° 12

Vache 9 ans, ayant velé le 7 mai 1931, atteinte de fièvre vitulaire le 10 et traitée par la méthode d'Evers. Le lait a été prélevé sur les quatre quartiers le 11 mai.

Acidité	45°	
Matières grasses	17	grammes
Chlorures (en NaCl)	4,83	—
Lactose hydraté	9,8	—

C. M. S. = 71.82

LAIT N° 13

Vache Schwitz, 8 ans, a velé le 17 octobre 1930. Le 10 février 1931, légère inflammation du quartier postérieur gauche, douleur à peu près nulle. Température : 38°2. Aucuns symptômes généraux, ganglions rétromammaires normaux. Le lait qui contient quelques caillots n'est pas modifié dans la couleur, son odeur et sa saveur.

Tout rentre dans l'ordre en cinq-six jours, sans aucun traitement.

6 août 1931 : le lait baisse, il renferme de nouveau quelques caillots, au-dessus du quartier suspect noyau dur de la grosseur d'un abricot.

Température : 38°4 le matin et 38°7 le soir.

Densité	1029,4	grammes
Acidité	50°	
Matières grasses	32	—
Chlorures (en NaCl)	2,10	—
Lactose hydraté	45,4	—

C. M. S. = 74,6

LAIT N° 14

Vache Schwitz, 3 ans, de la même étable et qui a velé le 29 mars 1930.

7 août 1931 : caillots dans le lait, le quartier antérieur droit donne un verre de lait. Aucune odeur, aucune saveur, couleur normale.

On note la présence de deux noyaux indurés du volume d'une pomme et d'une noix. Les ganglions rétromammaires ne sont pas hypertrophiés.

Température : 38°6. Aucun symptôme de maladie chez l'animal.

Densité	1027,4	grammes
Matières grasses	42	—
Acidité	27°	
Chlorures (en NaCl)	2,3	—
Lactose hydraté	44,5	—

C. M. S. = 76,1

LAIT N° 15

Vache Schwitz, 9 ans, de la même étable, a velé le 18 avril 1929.

Le 7 février 1931, on note la présence de quelques caillots dans le lait, mais celui-ci n'a pas diminué. Le 9 février, trois quartiers, les deux postérieurs et un antérieur sont hypertrophiés, mais on ne trouve aucun noyau induré. La saveur et la couleur du lait ne sont pas modifiées.

Densité	1031	grammes
Acidité	23°	
Matières grasses	34,5	—
Chlorures (en NaCl)	1,76	—
Lactose hydraté	48,1	—

C. M. S. = 74,2

LAIT N° 16

Vache Schwitz, 10 ans, de la même étable, a velé le 2 mars 1931. En octobre 1930, le quartier postérieur gauche a fait une inflammation aiguë guérie en huit jours par trois injections sous-cutanées de « Mulsor ».

Il reste un noyau induré de la grosseur d'une orange, emplissant tout le quartier. Celui-ci, le 6 août, donne encore un peu de lait parsemé de caillots.

Acidité	21°	
Matières grasses	24	grammes
Chlorures (en NaCl)	2,78	—
Lactose hydraté	47	—

C. M. S. = 74,8

LAIT N° 17

Vache Schwitz, toujours de la même étable, ayant velé le 10 mars 1931. Au 10 avril, la vache se défend à la traite mécanique, il faut la traire à la main.

Le quartier postérieur gauche semble légèrement dur, mais il n'existe aucun noyau délimité.

Le lait a une apparence normale, mais il paraît salé.

Température : 38°5. Bon état général, ganglions non hypertrophiés.

Acidité	14°	
Matières grasses	4,5	grammes
Chlorures (en NaCl)	4,09	—
Lactose hydraté	22,5	—

C. M. S. = 75,4

LAIT N° 18

Vache Schwitz, 8 ans, ayant velé le 20 mai 1930. Le 15 avril, on décèle incidemment au quartier postérieur gauche une partie indurée de la grosseur d'une noix au-dessous du sinus galactophore.

Acidité	50°	
Matières grasses	40,5	grammes
Chlorures (en NaCl)	2,05	—
Lactose hydraté	48,10	—

C. M. S. = 76,8

LAIT N° 19

Vache tachetée pie rouge, 5 ans, se trouvant dans une étable de 6 vaches très bien tenue, traite à la main 3 fois par jour.

Le 15 mars 1931, le quartier postérieur gauche est sclérosé, de volume normal, semblable à son congénère de droite et ne donnant que quelques gouttes de sérosité limpide. Le trayon est dur, insensible, on dirait que le canal est comblé par une tige rigide.

A la palpation, on décèle au quartier antérieur droit un noyau dur, de la grosseur d'un abricot, bien délimité dans le tissu mammaire, roulant sous le doigt et situé au-dessus du sinus.

Le lait, d'aspect normal, a une saveur salée et contient quelques caillots.

Acidité	27°	
Matières grasses	20	grammes
Chlorures (en NaCl)	3,86	—
Lactose hydraté	28,2	—

C. M. S. = 78,5

LAIT N° 20

Vache 10 ans, robe froment, présentant au quartier antérieur droit un noyau dur et 2 autres, chacun de la grosseur d'un abricot et bien détachés au niveau du quartier postérieur gauche.

Le lait, qui a un aspect normal, est légèrement salé.

Acidité	32°	
Matières grasses	25	grammes
Chlorures (en NaCl)	2,5	—
Lactose hydraté	42,5	—

C. M. S. = 76,4

LAIT N° 21

Vache, 7 ans, froment, présentant : 2 noyaux indurés de la grosseur d'une noix au quartier postérieur gauche.

Le lait a un aspect légèrement séreux, bleuâtre, et une saveur salée.

Densité	1028,5	
Matières grasses	29,2	grammes
Acidité	34°	
Chlorures (en NaCl)	3,2	—
Lactose hydraté	31,5	—

C. M. S. = 73,6

LAIT N° 22

Vache de race Fribourgeoise, pie noire, 7 ans, dans une étable tenue assez proprement, la traite est faite à la main.

Le dernier velage remonte au 5 novembre 1930. Le 15 mai 1931, les fromages faits avec le lait des vaches de l'étable « ne prennent pas ». Sur cette vache, on trouve un noyau induré du volume d'une grosse pomme au centre du quartier postérieur gauche. Ce dernier donne un demi-litre de lait de moins que le quartier postérieur droit et le lait obtenu contient des caillots.

Densité	impossible à prendre
Acidité	40°
Matières grasses	37 grammes
Chlorures (en NaCl)	4,2 —
Lactose hydraté	19,5 —

C. M. S. = 72,5

LAIT N° 23

Ce lait a été adressé par un Docteur vétérinaire de la région à M. le Professeur Tapernoux (N°38202). L'analyse a donné les résultats suivants :

A) Analyse Chimique :

Extrait sec	150,8	gr. par litre
Matière grasse	40,5	»
Extrait dégraissé	110,3	»
Lactose hydraté	21,9	»
Matières azotées	79	»
Cendres	9,25	»
Chlorures (en NaCl)	3,45	»
C. M. S.	70,60	»
Acidité	22°	»

B). Analyse cytologique :

Essai de Trommsdorff	5	»
Formule leucocytaire $\frac{M}{P}$	0,35	»

Culot formé exclusivement de leucocytes, pas de microbes à l'examen direct.

Ce lait anormal est sûrement un lait de mammité par sa formule leucocytaire. La mammité tuberculeuse est soupçonnée.

LAIT N° 24

Lait adressé par un Docteur vétérinaire de la région à M. le Professeur Tapernoux (N° 38173). Les constatations chimiques font penser à la tuberculose mammaire.

A). *Analyse Chimique :*

Densité à 15°	1029,3
Extrait sec	125,2
Matière grasse	41
Extrait dégraissé	84,2
Lactose hydraté	49,1
Matières azotées	28,8
Cendres	5,3
Chlorures (en NaCl)	1,46
C. M. S.	70,6
Acidité	16°

B) *Examen cytologique :*

Epreuve de Trommsdorff	2
Formule leucocytaire	$\frac{M}{P} = 0,45$

Lait presque amicrobien présentant seulement des cocci à gros grains gram positifs. Recherche directe du bacille tuberculeux négative, dans le culot de centrifugation et dans la crème.

LAIT N° 25

Lait provenant d'une vache atteinte d'engorgement du pis consécutif à la fièvre aphteuse. Lait de rétention suivie d'infection, adressé à M. le Professeur Tapernoux (N° 38156).

A) *Analyse chimique :*

Densité à 15°	1029,8
Extrait sec	130,1
Matière grasse	41
Extrait dégraissé	89,1
Lactose hydraté	39,9
Matières azotées	42,5
Cendres	5,35
Chlorures (en NaCl)	2,28
C. M. S.	71,4
Acidité	23°

B) *Examen cytologique :*

Culot de centrifugation abondant, riche en leucocytes.

$$\text{Formule leucocytaire } \frac{M}{P} = 0,4$$

Présence de microcoques tétragènes et de cocobacilles.
Gram négatifs morphologiquement semblables aux colibacilles.

Il s'agit d'une infection légère polymicrobienne.

Observations recueillies dans les travaux antérieurs

I. — Dans un travail déjà cité ⁽¹⁾, A Tapernoux donne les résultats suivants concernant l'analyse d'un lait de mammité effectuée par lui :

(1) Le diagnostic des mammites par les méthodes de laboratoire.
J. de Méd. Vét. et de Zootechnie, janvier 1931, p. 8.

Densité du lait à 15°	1024,9
Densité du lactosérum	1021,1
Extrait sec en gr. par litre	105,2
Matière grasse	33,5
Extrait dégraissé	71,7
Lactose hydraté	40,24
Réfraction	34,3
Albumines totales (calculées)	22,83
Cendres	8,63
Chlorure de sodium	2,93
Acidité Dornic	20°

D'après ces chiffres, on voit que la C.M.S. de ce lait est égale à 80,3 ; cette analyse est très intéressante car elle montre que ce lait pourrait aisément être confondu avec un lait mouillé ; le calcul de la C.M.S. permet de lever l'indétermination.

II. — Le Docteur vétérinaire P. Pascal, dans sa thèse, apporte une importante contribution à l'étude de la mammite streptococcique de la vache ⁽²⁾. Il publie un certain nombre d'analyses de ces laits de mammite effectuées sous la direction du Professeur A. Taper-noux. Nous avons calculé pour chacun des laits analysés la C.M.S. et nous avons résumé nos résultats ainsi que les chiffres donnés par Pascal dans le tableau suivant :

(2) *Thèse de Doctorat Vétérinaire*, Lyon 1933.

Page du Travail	104	107	109	110	112	113	115	121	122	123	124
Densité	1029,4	1027,4	1031					1030,2		1028,5	
Matière grasse	32	42	34,5	24	4,5	40,5	20	39	25	29,2	37
Extrait sec	117,5	124,3	125,7	110	72,8	144,3	85,5	130,3	110,5	110,6	122,5
Extrait dégraissé	85,5	82,3	91,2	86	68,3	103,8	65,5	91,3	85,5	81,4	85,5
Cendres	8,5	9,4	7,5	8,1	6,8	6,6	6,7	7,5	8,2	8,5	9,1
Acidité	50°	27°	23°	21°	140°	50°	27°	24°	32°	34°	40°
Réfraction	37,4	36,9	38,7	38,3		38,7		38,8			
Lactose hydraté	45,4	44,5	48,1	47	22,5	48,10	28,2		42,5	31,5	19,6
Chlorure de sodium.	2,10	2,30	1,76	2,78	4,09	2,05	3,86	1,82	2,5	3,2	4,1
C. M. S.	75,3	77	73,8	86,1	76,2	77,3	79,5		77,3	74,1	73

Comme on le voit, les dix laits dont nous avons pu calculer la C.M.S. (celui de la page 121, ne nous a pas permis le calcul, car le taux du lactose n'est pas donné) présentent des chiffres de C.M.S. tous au-dessus du minimum de 70.

III. — Enfin, A. Tapernoux et J.-J. Nicolas ⁽¹⁾ ont pu observer les variations du taux des chlorures dans le lait au cours de l'évolution d'une mammite streptococcique.

Ils donnent les résultats d'analyse suivants pour le lait de mélange des quatre quartiers :

Acidité Dornic	24°
Epreuve de l'Alizarol	normale
Réfraction	35,2
Lactose hydraté	42,9
Chlorure de sodium	2,57
C. M. S.	77,7

Ils soulignent dans leurs conclusions que la C.M.S. est restée normale et ils ajoutent : « Nous considérons que cette constance de la C.M.S. est une règle générale malgré les opinions parfois contradictoires qui ont été émises à ce sujet. »

BILAN

Nous avons apporté au cours de cette étude les résultats analytiques concernant 37 laits de mammite.

(1) *Revue Vétérinaire*, 1935, p. 624.

25 ont été examinés par nous au Laboratoire de Chimie de l'Ecole Vétérinaire de Lyon.

12 ont été recueillis dans la littérature vétérinaire.

Sur ces 37 laits, 35 offrent une C.M.S. supérieure à 70 et 2 seulement, les numéros 3 et 10 de nos observations personnelles présentent une C.M.S. inférieure à ce minimum. Pour le n° 3, elle a une valeur de 69,4 et pour le n° 10 la valeur 67,3. Il faut noter que l'un de ces deux chiffres est très voisin du minimum et que l'autre est légèrement inférieur. Si l'on adopte le minimum de 70 pour l'évaluation du mouillage, le lait n° 10 pourrait être considéré comme mouillé à environ 4 %. Mais nous avons la conviction que dans un cas semblable l'indétermination pourrait être levée soit par le prélèvement de comparaison à l'étable soit par une analyse plus complète du lait suspect suivant les méthodes préconisées par A. Tapernoux (loc. citat.).

D'ailleurs l'attention du chimiste serait immédiatement attirée sur le caractère anormal d'un lait, comme le n° 10, dont le taux de chlorure de sodium s'élève à 3 gr. 8 par litre. Cette seule observation doit l'empêcher de conclure au mouillage.

Le nombre de nos résultats permet de considérer qu'environ 94,6 % des laits de mammite ont des C. M. S. normales, parfois même élevées, et 5,4 % seulement présentent une C. M. S. inférieure légèrement à 70.

CONCLUSIONS

Nos recherches personnelles, celles de notre Maître, le Professeur A. Tapernoux, et les renseignements que nous avons pu grouper nous autorisent à conclure :

I. — Que la constante moléculaire simplifiée (CMS) de Mathieu et Ferré, présente des bases physiologiques solides et qu'elle traduit avec suffisamment d'approximation, l'équilibre entre la concentration moléculaire du sang et celle de la sécrétion lactée. Le lait est bien une sécrétion iso-osmotique.

II. — Elle exprime numériquement la loi du balancement entre le taux des chlorures et celui du lactose émise par le Professeur Ch. Porcher.

III. — Nos observations montrent que cette loi est applicable aux laits de mammites et que la C.M.S. permet de reconnaître et de séparer ces laits anormaux des laits mouillés.

IV. — Parmi les laits de mammites examinés, 94,6 % ont présenté une C.M.S. supérieure à 70 et 5,4 % seulement ont donné une C.M.S. légèrement inférieure à ce minimum.

V. — La limite de 70 qui sépare les laits non mouillés des laits mouillés doit donc être conservée, d'autant plus que dans les rares cas où les laits pathologiques présentent une C.M.S. inférieure à ce minimum, d'autres anomalies de leur composition permettent d'éviter les erreurs qui pourraient les faire classer parmi les laits mouillés.

Vu : <i>Le Directeur</i>	<i>Le Professeur</i>
<i>de l'Ecole Vétérinaire de Lyon,</i>	<i>de l'Ecole Vétérinaire,</i>
L. JUNG.	A. TAPERNOUX

Vu : <i>Le Doyen,</i>	<i>Le Président de la Thèse,</i>
JEAN LEPINE.	A. MOREL

Vu et permis d'imprimer :

Lyon, le 19 Avril 1939.

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ.
A. LIRONDELLE.

BIBLIOGRAPHIE

- BARRAL. — *Précis d'analyse biologique, pathologique et clinique*. Librairie J.-B. Baillière et Fils, Paris, 1925, p. 396.
- BOUIN. — La constante moléculaire simplifiée et les laits pathologiques. *Le Lait* (T. 13), 1933, p. 541.
- DENIGÈS. — *Précis de Chimie Analytique*. 5^e édition.
- DUCROS. — Contribution à l'étude des constantes physiques du Lait (Montpellier, 1905).
- KÆSTLER. — Sur la chimie des sécrétions altérées. *Le Lait* (T. 13), 1933, p. 669.
- MATHIEU et FERRÉ. — Caractérisation du mouillage des laits par une constante de concentration moléculaire simplifiée. *Annales des Falsifications*, 1914, p. 12.
- MONVOISIN. — *Le Lait et les produits dérivés*. Paris, Vigot Frères, éditeurs, 1925
- PASCAL. — Contribution à l'étude de la mammitte streptococcique. *Thèse de doctorat vétérinaire*, Lyon, 1933.
- PORCHER. — L'infection latente de la mamelle, ses réveils. Les moyens de la dépister, *Le Lait* (T. XII), 1932, p. 257, 431, 687, 793, 914.
- La constante moléculaire du lait. Etude critique sur sa valeur. *Le Lait* (T. III), 1923, p. 364, 447.
- RENNES. — *Examen et analyse du lait*. Versailles, Imprimerie « La Gutenberg », 18, avenue de Paris. 1929.
- SEEEMANN. — Sur la technique et la méthode des recherches sur le lait. Contribution à la question. *Le Lait* (Tome XIII), 1933, p. 642.

SCOTT. — Maladies causées par le lait. *Le Lait* (T. XVI), 1936, p. 634.

TAPERNOUX. — Cours du lait, 1938.

— Le diagnostic des mammites par les méthodes de laboratoire. *Journal de Médecine Vétérinaire et de Zootechnie*, janvier 1931.

TAPERNOUX et NICOLAS. — Les variations du taux des chlorures dans le lait au cours de l'évolution d'une mammite streptococcique. *Revue Vétérinaire*, 1935, page 624.

TAPERNOUX et PORCHER. — Les maladies d'origine animale, transmissibles à l'homme. *Le Lait* (T. XII), 1932, p. 231.

VUILLAUME. — Contribution à l'étude de l'acidité des laits anormaux. *Le Lait* (T. XIV), 1934, p. 12.

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE PREMIER. — Généralités sur la cryoscopie....	9
CHAPITRE II. — Concentration moléculaire du lait	21
CHAPITRE III. — Constante moléculaire simplifiée, appa- rente et réelle	29
CHAPITRE IV. — Dosages nécessaires au calcul de la C. M. S.	33
CHAPITRE V. — Le mouillage du lait. Son action sur la C. M. S.	47
CHAPITRE VI. — Réaction de la mamelle à l'infection.	49
CHAPITRE VII. — Recherches personnelles sur la C.M.S. des laits de mammites	53
<i>Conclusions</i>	71
<i>Bibliographie</i>	73



BOSC FRÈRES, M. & L. RIOU

°° °° °° IMPRIMEURS-ÉDITEURS °° °° °°

°° 42, QUAI GAILLETON, 42 °°

°° °° °° LYON °° °° °°



